

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-184087
(43)Date of publication of application : 23. 07. 1993

(51)Int. Cl. H02J 17/00
H01Q 15/14
H01Q 17/00
H04B 1/10
H05K 9/00

(21)Application number : 02-411726 (71)Applicant : CANADA
(22)Date of filing : 19. 12. 1990 (72)Inventor : ALDEN ADRIAN W
JULL GEORGE W
OHNO TOM T

(30)Priority

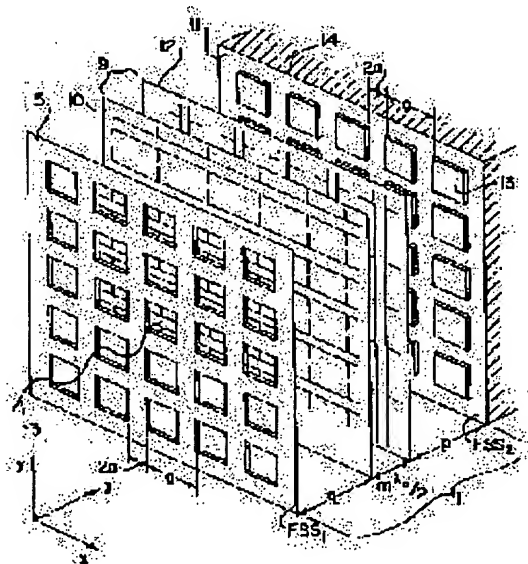
Priority number :	89 2006481	Priority date :	19. 12. 1989	Priority country :	CA
-------------------	------------	-----------------	--------------	--------------------	----

(54) LOW-NOISE DOUBLE-POLARIZED ELECTROMAGNETIC POWER-RECEIVING CONVERSION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a power-receiving conversion system of high efficiency which has characteristics minimizing the level of a spurious signal radiated in higher harmonics of a power signal frequency.

CONSTITUTION: A low-noise double polarized electromagnetic power-receiving conversion system 1 contains a plurality of frequency band-pass filter elements, which are arranged symmetrically in one row in a first surface 5 and pass specially in bands an incident electromagnetic power beam and incident peripheral signals. A plurality of antenna units 9 are arranged symmetrically in a row in at least a second surface 10 behind the first surface 5 for receiving and converting the incident electromagnetic power beam in a state of double polarization and nonlinearly mixing the incident electromagnetic power beam and the incident peripheral signals. A plurality of frequency band cut-off elements are symmetrically arranged to one row in a third surface 11 behind the second surface 10, and cut off the incident electromagnetic power beam in bands and the incident peripheral signals.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5-184087

(43) 公開日 平成5年(1993)7月23日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 J	17/00	A 9061-5 G		
H 0 1 Q	15/14	B 9067-5 J		
	17/00	9067-5 J		
H 0 4 B	1/10	A 9298-5 K		
H 0 5 K	9/00	M 7128-4 E		
審査請求 未請求 請求項の数 7				(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平2-411726
(22) 出願日 平成2年(1990)12月19日
(31) 優先権主張番号 2006481
(32) 優先日 1989年12月19日
(33) 優先権主張国 カナダ (CA)

(71) 出願人 591007837
カナダ国
HER MAJESTY IN RIGH
T OF CANADA AS REPR
ESENTED BY THE MINI
STER OF COMMUNICATI
ONS
カナダ, オンタリオ ケイ2エイチ 8エス
2, オタワ, カーリング アヴェニュー
3701
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

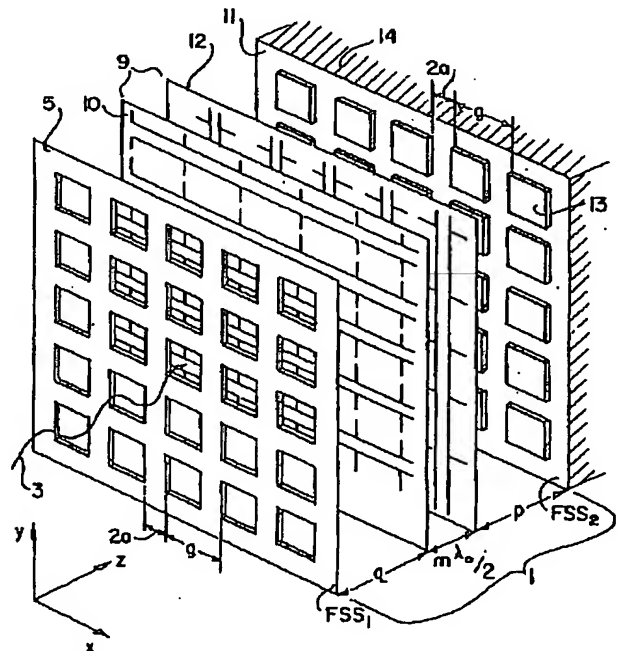
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム

(57) 【要約】

【目的】 パワー信号周波数の高調波において放射されるスプリアス信号のレベルを最少化する特性を持つ高効率のパワー受信変換システムを得ること。

【構成】 低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム1は、第1の面5内に一つの列に対して対称的に配置され、入射電磁パワービームと入射周辺信号とを空間的に帯域的に通過させる複数の周波数帯域通過フィルタ要素を含んでいる。複数のアンテナユニット9は、前記第1の面の背後の少なくとも一つの第2の面10内に一つの列に対して対称的に配置され、前記入射電磁パワービームを二分極に受信して変換し、かつ前記入射電磁パワービームと前記入射周辺信号とを非線形に混合する。複数の周波数帯域遮断要素は、前記第2の面の背後の第3の面11内に一つの列に対して対称的に配置され、前記入射電磁パワービームと前記入射周辺信号とを帯域的に遮断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の面内に一つの列に対して対称的に配置され、入射電磁パワービームと入射周辺信号とを空間的に帯域的に通過させるフィルタリングを行なう複数個の周波数帯域通過フィルター要素と、

各アンテナユニットがパワー変換回路を備え、前記第1の面の背後の少なくとも一つの第2の面内に一つの列に対して対称的に配置され、前記入射電磁パワービームを二分極に受信して変換し、かつ前記入射電磁パワービームと前記入射周辺信号とを非線形に混合する複数個のアンテナユニットと、

前記第2の面の背後の第3の面内に一つの列に対して対称的に配置され、前記前記入射電磁パワービームと前記入射周辺信号とを帯域的に遮断する複数個の周波数帯域遮断要素とを、含むことを特徴とする低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム。

【請求項2】 前記アンテナユニットが実質的に同一の二分極ユニットであって、一つの第2の面内に配置されていることを特徴とする請求項1の低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム。

【請求項3】 前記アンテナユニットが互いに平行で、かつ、互いに離れた二つの第2の面内に配置され、かつ二つの直交する方向のいずれかに分極されていることを特徴とする請求項1の低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム。

【請求項4】 前記第1、前記第2、及び前記第3の面が互いに平行で、かつ、所定距離だけ互いに離れていることを特徴とする請求項2の低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム。

【請求項5】 前記第3の面の背後に配置され、実質的にいかなる電磁波パワーも吸収する高減衰物質の層を、更に含むことを特徴とする請求項4の低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム。

【請求項6】 前記第1、前記第2、及び前記第3の面が互いに平行で、かつ、所定距離だけ互いに離れていることを特徴とする請求項3の低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム。

【請求項7】 前記第3の面の背後に配置され、実質的にいかなる電磁波パワーも吸収する高減衰物質の層を、更に含むことを特徴とする請求項6の低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電磁波のパワーを受信し、このパワーを直流パワーに変換するためのシステムに関し、より詳しくは、電磁波フィルターと、放射スプリアス信号のレベルを減じる光学的な電磁波吸収媒体とを備えたレクテナ（整流アンテナ）列に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近二つの離れた場所間でのエネルギーの伝送に電磁波を使うことについての研究が多い。これらの研究の結果、電磁パワーを受信し、これを受信変換システムからの放射波がレクテナのレンジ内の他の電子システムの性能を低めることのできるような環境に適した、直流パワーに変換するためのコスト的に効果のある手段が必要であることがわかった。このような必要がある受信変換システムの典型的な応用例としては、電気駆動式の軽飛行機に30KW以上の推進的な、通信ペイロード（payload）パワーを装備する場合は挙げられる。このような軽飛行機は、動作時には、地上のアンテナシステムの上を旋回するが、このアンテナシステムは1回について数週間か数月ほど継続して工業用、科学用及び医用周波数帯域（ISM）の2.4乃至2.5GHzのマイクロ波におけるパワーを伝送したり、離れた位置間で通信信号をリレーしたり、長耐久性飛行機プラットフォーム上での他の飛行を行ったりする。ここで最も重要なことは、レクテナサブシステムからの放射された排気がペイロード及び飛行機の電子機器や他の地上または空輸の電子機器の性能を低下させることのないようにするという点である。

【0003】 本出願人によって1988年9月16日に出願されたカナダ出願第557,680号（1988年）には、二分極パワー受信変換システムが開示されている。このシステムは、新規なフォーマット及びある要素間間隔を持つ薄膜レクテナの二つの直交方向に分極された列からなるレクテナ列形状を用いるものである。このシステムは広い入射角度範囲にわたって受信されたマイクロ波領域のパワーの受信変換を非常に高い効率で行うことが実証されている。しかしながら、このシステムは、電磁的な干渉を起こす可能性がある、種々の動作環境への応用が制約されるという顕著な欠点がある。各レクテナ要素において（パワー周波数 f_p から dc への）パワー変換処理が非線形であるので、 n を整数としたときパワー周波数の高調波 $n f_p$ がこの変換の副産物として発生されるのである。

【0004】 上記の出願およびアメリカ特許第3,434,678号に記載されたような従来のレクテナにおいて、この高調波の放射レベルを減じるための唯一の方法は、各アンテナ端子と整流器などの非線形変換器との間の回路要素としてロウパスフィルターを入れることである。このような手段のみを高調波減衰のために採用した場合、特に第2次、第3次、及び第4次高調波の放射レベルが発生することが、例えば、アメリカエネルギー局、デビス他による報告 DOE/ER-0096「衛星パワーシステム構想の発展と評価計画と電磁システムの両立性についての環境査定」に記載されている。

【0005】 加えて、上述の従来のレクテナの場合には相互変調結果成分信号を放射する。レクテナ列が使用され得る多くの場所では、周波数 f_p のパワー信号とともに

に広い範囲の周波数 (f_{c1}, \dots, f_{cm}) 及び強度のスペクトルの他の使用者の無線信号がレクテナ列に入射してくる。整流ダイオードで全ての受信信号が非線形混合されると、 $\pm k f_p \pm \sum f_{ln} f_{cn}$ の周波数のスプリアス相互変調信号が発生する。高レベルのパワー信号により、これらの相互変調結果信号は、他の電子システムの性能を妨げるに十分な振幅で放射することになる。従来のレクテナにおいてこのような放射を減じるための唯一の手段は、上述のようにロウパスフィルターを用いることであるが、この方法は、干渉レベルのために規定された標準程度にするのに十分な相互変調結果信号レベルに減少させるには、多くの状況下では、不十分であった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、パワー信号周波数の高調波において放射されるスプリアス信号のレベルを最少化する特性を持つ高効率のパワー受信変換システムを提供することにある。本発明の別の課題は、レクテナに入射するパワー信号及び通信信号の非線形混合に起因する放射スプリアス相互変調信号のレベルを最少化する特性を持つ高効率のパワー受信変換システムを提供することにある。本発明の更に別の課題は、入射電磁パワー信号の波域の方向に対してのレクテナシステムの角度方向付けの際の種々の変動に適応させるのに必要な広い範囲にわたって効率よく動作し得る高効率のパワー受信変換システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による低ノイズ二分極型電磁パワー受信変換システムは、第1の面内に一つの列に対して対称的に配置され、入射電磁パワービームと入射周辺信号とを空間的に帯域的に通過させるフィルタリングを行なう複数の周波数帯域通過フィルター要素を含んでいる。複数のアンテナユニットは、各アンテナユニットがパワー変換回路を備え、前記第1の面の背後の少なくとも一つの第2の面内に一つの列に対して対称的に配置され、前記入射電磁パワービームを二分極に受信して変換し、かつ前記入射電磁パワービームと前記入射周辺信号とを非線形に混合する。複数の周波数帯域遮断要素は、前記第2の面の背後の第3の面内に一つの列に対して対称的に配置され、前記前記入射電磁パワービームと前記入射周辺信号とを帯域的に遮断する。

【0008】

【実施例】図1は本発明の一実施例による低ノイズパワー受信変換システムを示している。本パワー受信変換システム1は、図の座標軸によって示されるように、 $x-y$ 面に直交する方向 z に伝送される電磁パワービーム3の一部を遮るべく、位置されている。リモート伝送アンテナは、二分極された波、即ち、振幅及び位相が同じでないこともある二つの直交方向に分極された波を放射す

る。入射ビームのこれらの二つの直交方向の成分は、本パワー受信変換システム1の二方向 x 及び y の各々に沿う成分に分解される。

【0009】これらの成分は、第1の面に位置された周波数選択面(FFS1)5に入射する。これらの周波数選択面は、良く知られているように、回路フィルター要素と等価な電磁波を達成するものである。そのような周波数選択面の詳細については、「応用光学」vol. 14, No. 2, 第271~220頁のウィットバーン他による「誘電体境界における金属グリッドレフレクタのための等価回路様式」を参照されたい。従って、それらは、それらの設計次第に応じて、ローパス、ハイパス、バンドパス等の空間フィルター機能を有している。図1に示した周波数選択面5は、パワー周波数 f_p を含む狭い帯域に亘っての周波数のみを伝送することができる帯域通過(バンドパス)フィルターである。本実施例では、この選択面は、開口7の列を持つ金属化されるか金属メッシュ化されたプレートであり、開口7の寸法及び位置は使用される周波数やアンテナユニットにより定まるものである。

【0010】パワー周波数のみが減衰されることなしに伝送されることが理想的ではあるが、実際には、フィルターのデザインは各応用毎に通過帯域及び帯域幅の内外で減衰の電気的特性が最適になるように選ばれる。典型的には、周波数選択面は遮断帯域においては ~ 30 dBの、通過帯域においては 0.5 dB以下の減衰を行なう。

【0011】このようにフィルターされた入射パワービームは、距離 d を走行して、二つの第2の面10及び12(前面1及び前面2)に位置するアンテナ列9に至り、ここでパワー受信変換の通常のレクテナ作用が行なわれる。このアンテナ列としては、例えば、上記した本出願人によって1988年9月16日に出願されたカナダ出願第557,680号に記載のようなものを用いることができる。この実施例では、レクテナ列は、所定の最適距離、例えば、 $n\lambda/2$ だけ離れた二分極のどちらかのために、二つの平行な第2の面に設けられている。勿論、二分極列アンテナを一つの第2の面だけに設けてもよい。

【0012】パワービームの受信されなかった部分は第2の周波数選択面(FSS2)11に走行する。この周波数選択面は周波数 f_p の回りの周波数のみを反射する帯域遮断(バンドストップ)空間フィルターであって、最も近い第2の面の背後の距離 p の第3の面に位置している。この周波数選択面は、パワービーム及びそれと同じ周波数の他の信号をレクテナに正しい位相で反射して戻し、その受信効率を垂直なレクテナ反射面と同様の方法で改良する。また、レクテナ伝送ラインの効果の補償は、ディメンジョン p を選択することにより達成される。図示の帯域遮断(バンドストップ)フィルターは、

図示の上述のメッシュ化されるか金属化されるか金属化された帯域通過（バンドパス）フィルタと相補型の構造を有する。それは、列に配置され且つ薄い透明なフィルムにより支持された金属の方形ディスク13からなる。上述のISM帯域中の2.45GHzのパワービームに対する図1に示された寸法a及びgはそれぞれa=0.6cm及びg=12cmである。

【0013】第3の面の背後には、減衰（lossy）物質の層14が設けられている。一つの面のみが各フィルタに対して図示されているが、通過帯域または遮断帯域外側の周波数の波のパワー伝達或いは反射のレベルを減じることによりフィルタの性能を改良すべく、複数の面が、マルチセクション回路フィルタに等価な各フィルタに対して用いられても良い。

【0014】図2は、パーガモンプレス社（Pergamon Press Ltd.）の「赤外線物理」1967年vol. 7, 第37～55頁のゴウルリッチ（Ulrich）による「金属メッシュ及びその相補構造の遠赤外線特性」に記載されたシステムの等価回路を示す。

【0015】二つの第2の面が21と23で示されている。自由空間インピーダンス及び波長は、それぞれ、 Z_0 及び λ_0 である。第1及び第3の面上の周波数選択面がそれぞれFSS1及びFSS2で示され、第1及び第3の面は、それぞれ、L10及びC10、L20及びC20から構成されている。これらのフィルタの等価回路パラメータは、開口及びディスクの寸法及び帯域通過或いは帯域遮断周波数のデザインにより決まるものである。これらのパラメータはフィルタの帯域内及び帯域外特性を決定する。

【0016】この発明のシステムのパワー周波数fpにおける動作は、図1の入射ビームがそのシステムを通過する時の分極のためのネットワークモデルをテストすれば明らかになろう。このモデルが図2に示されている。この伝送ライン等価回路は大型の複数列及び付属要素を定量分析するのに用いられるユニットセル概念に基づくものである。周波数選択面がアンテナユニットと同じ対称性及び周期性で設計された時、要素の全体的な動作挙動の理解にユニットセル概念を用いることができる。このネットワークモデルから、パワー周波数fpに対して第1及び第2の周波数選択面のいずれにおいても損失は起こらず、レクテナユニットによるパワービームの受信効率は高いものとなることが明らかである。これは下記の関係が成立するように、FSS1の回路要素L10及びC10及びFSS2の回路要素L20及びC20を選定すればよい。

$$f p^2 = 1 / (L10 C10) \quad \dots (1)$$

$$f p^2 = 1 / (L20 C20) \quad \dots (2)$$

【0017】以上の説明はパワービームがシステムに垂直に入射した場合を考えてのものであるが、図2中の伝

送ライン（ユニットセル）パラメータ Z_0 及び λ_0 などを変更すれば、いかなる特定の入射角においても高いパワー受信効率を得ることが可能である。さらにこれらの周波数選択面は、設計されたビーム入射角から外れた入射角に対して感度を悪くするようにすることもでき、そうすればビーム入射角を厳密に設定することができないような環境においても使用できる。この点についての詳細は「IEEE Proceedings」1985年vol. 132, Pt. H, 第395～399頁のリー（Lee）他による「斜め入射角での周波数選択面のための等価回路モデル」を参照されたい。以上の説明から、図3において、高調周波数nfpでのシステムのためのネットワークモデルの助けをかりれば、高調周波数nfpでのシステムの動作は容易に予想される。高調波とより高い周波数の相互変調結果成分の発生に対して注意すべきは、これらの発生された信号の周波数は重要な一つ以上の伝送ラインモードを引き起こす。これらのモードの各々は、空間中の特定の方向への（高調波または相互変調結果成分の）放射に対応する。この状態は、二つのそのようなモデルが示された図3及び2c中の平行な伝送ラインにより示されている。図3及び2c図において、同様な要素及びパラメータに対しては同様の参照符号が使用されている。減衰物質の層25がこれらにも含まれている。

【0018】レクテナダイオードにより発生された、高調波周波数及びシステム通過帯域外の他の周波数の信号の自由空間への放射は、周波数選択面FSS1によって防止される。その代わり、これらの信号は周波数選択面FSS1によってレクテナの方へ反射されて、それから、FSS2を通り、このフィルタの背後の減衰物質によって吸収される。（例えば、飛行機上やその近くに、これらの高調波や他の信号により逆に影響を受ける電子素子がない場合に、地上から飛行機のパワーを供給するような場合に）本発明を適用する際には、FSS2より上の減衰物質は不要であり、構成材料は高調波や他の信号の（飛行機より）上方の環境や空間への伝搬を許すものが選択される。

【0019】以上の説明から、図4のネットワークモデルを用いた、相互変調結果周波数 $\pm k f p \pm 1 f c$ でのスプリアス信号に対するシステムの動作が理解できるであろう。

【0020】周辺信号の周波数fcが（fpのp中心の）FSS1の通過帯域外である場合には、相互変調結果成分は発生されない。fcがFSS1の通過帯域内である場合には、相互変調結果成分が発生されるが、これらの相互変調結果成分の周波数がfp通過帯域内に落ち込まない限りはこれら相互変調結果成分は空間に伝搬されず、FSS2の背後の層に吸収される。

【0021】上述のように、本発明では、（本発明の通過帯域外の）全ての放射された高調波及び相互変調結果

【0022】

10

【図 1】本発明の一実施例の斜視図である。

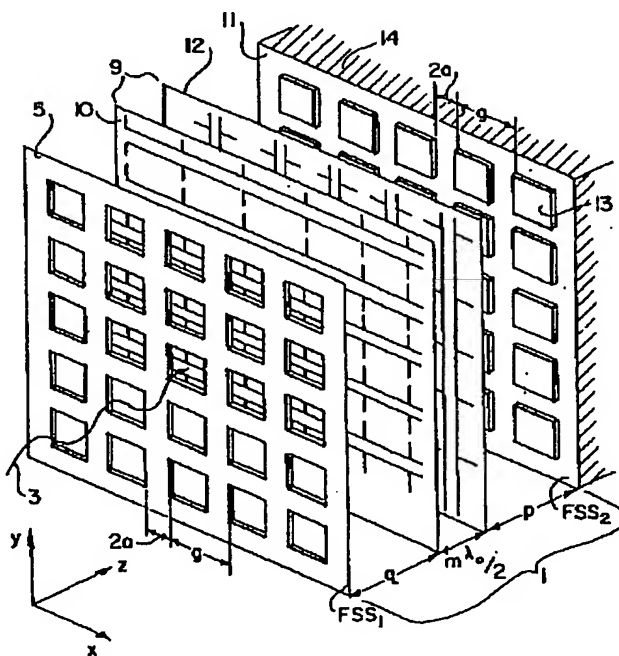
【図3】レクテナユニットの一分極のための高調波周波数放射の発生及び制御を表す伝送ラインネットワークモデルの回路図である。

【図4】レクテナユニットの一分極のための相互変調結果周波数の発生及び制御を表す伝送ラインネットワークモデルの回路図である。

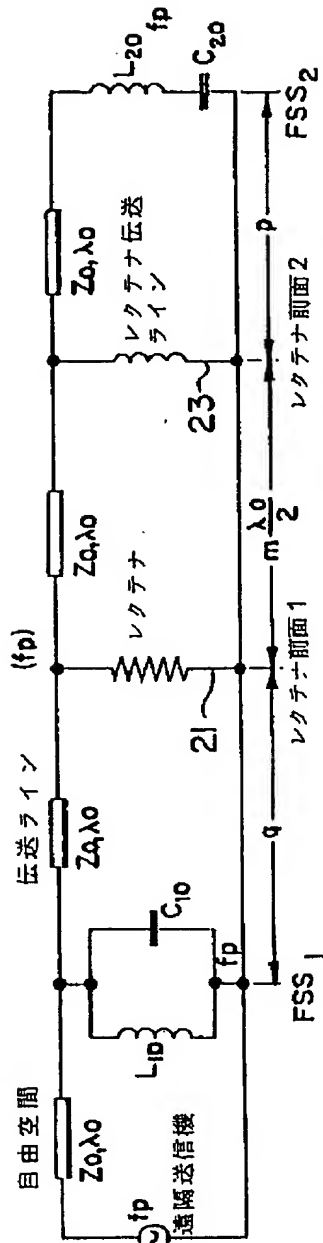
【符号の説明】

- 1 受信変換システム
- 3 パワービーム
- 5 周波数選択面
- 7 開口
- 9 アンテナ列
- 10 及び 12 第2の面
- 11 第2の周波数選択面
- 13 方形ディスク
- 14 減衰物質の層

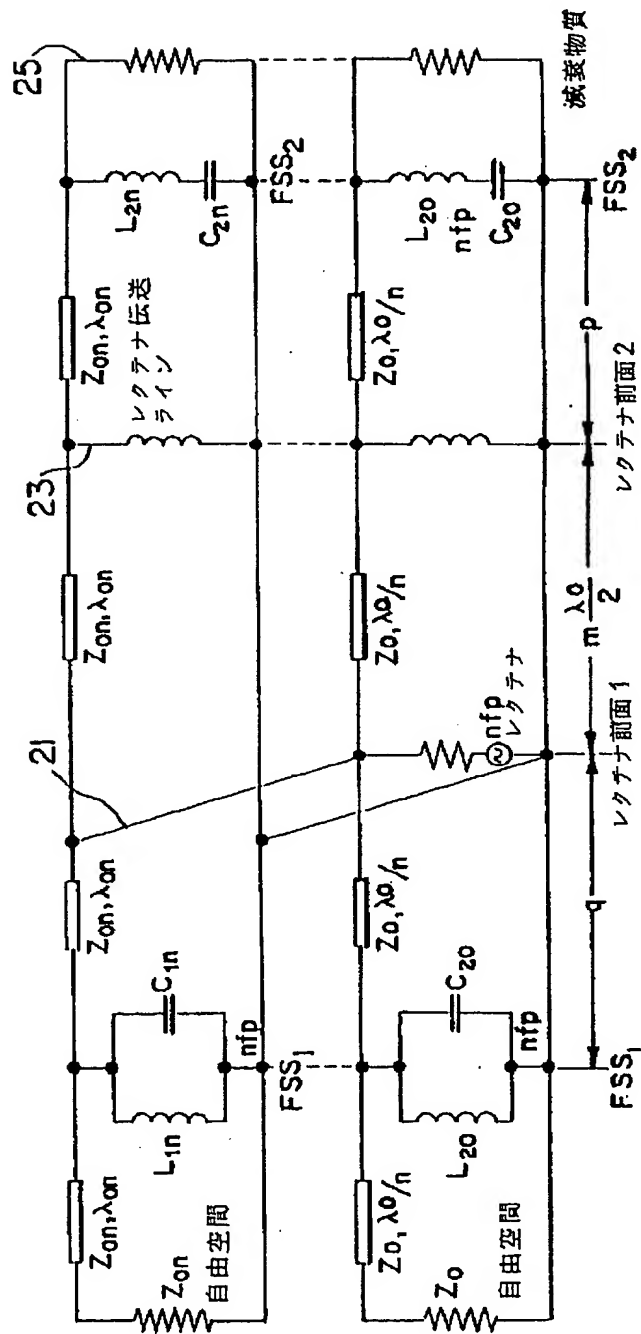
【図 1】



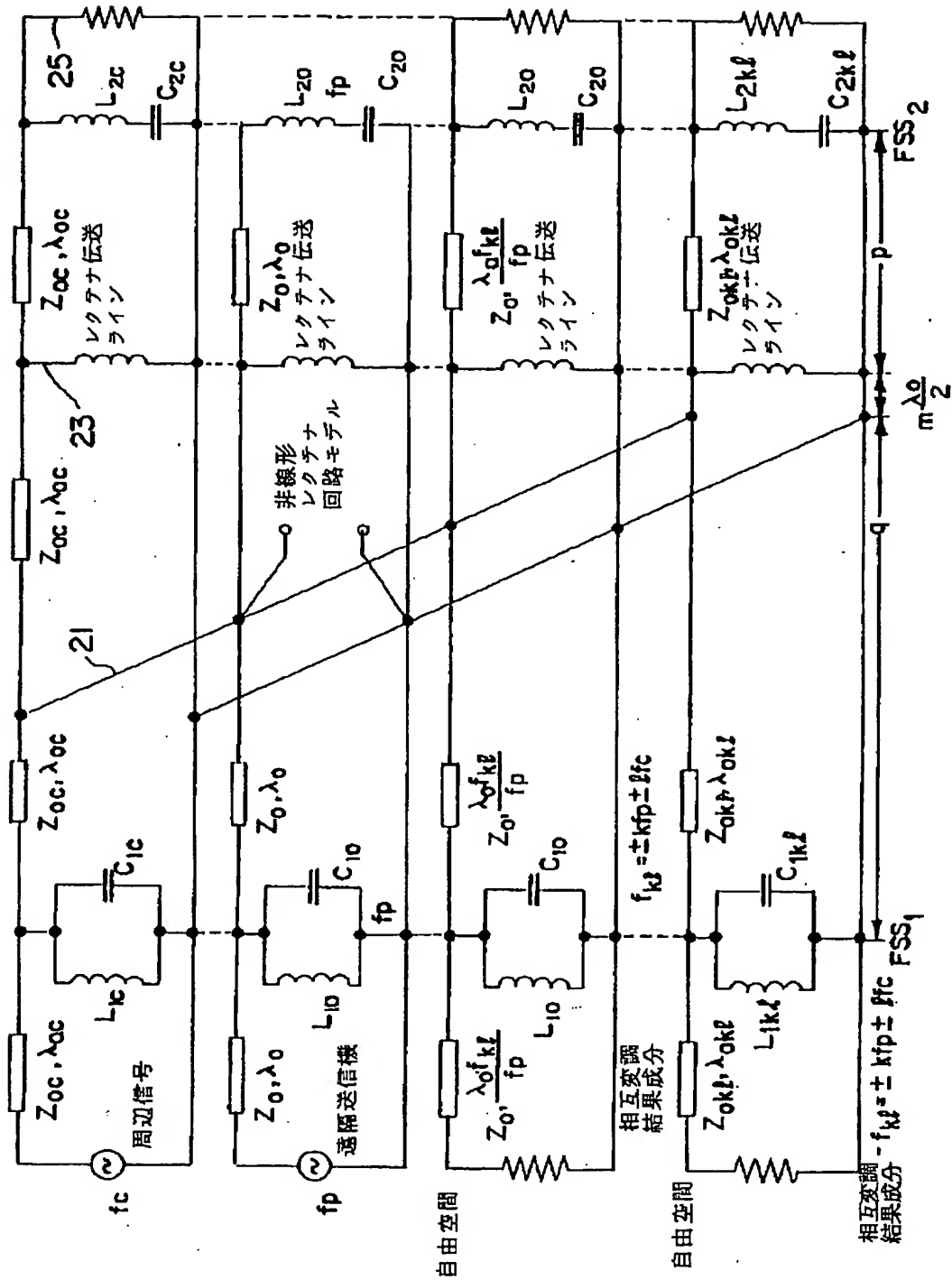
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 エイドリアン ダブリュー. アルデン
カナダ, ケベック ジェイ0エックス 2
ダブリュー0, セント セシル ド メイ
シャム, ビージー-02 シュマン ベルト
ラン, アール. アール. # 2

(72)発明者 ジョージ ダブリュー. ジュール
カナダ, オンタリオ ケイ2エイチ 6エ
ヌ4, ネビーン, スティンソン アヴェニ
ュー 72

(72)発明者 トム ティー. オーノ
カナダ, オンタリオ ケイ0エイ 1エル
0, カープ, アール. アール. # 2